



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 198 32 794 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
C 22 C 1/08

②① Aktenzeichen: 198 32 794.3-24  
②② Anmeldetag: 21. 7. 98  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 7. 10. 99

DE 198 32 794 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

⑦④ Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
Anwaltssozietät, 80538 München

⑦② Erfinder:

Kirchner, Jan, 65375 Oestrich-Winkel, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 44 16 371 A1

⑤④ Verfahren zur Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist und Strangpresse zur Herstellung  
eines derartigen Hohlprofils

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und  
eine Vorrichtung zur Herstellung eines Hohlprofils, das  
mit Metallschaum gefüllt ist, wobei das Hohlprofil und  
der Metallschaum bzw. eine Metallschmelze, aus der der  
Metallschaum gebildet wird, durch den Dorn der Strang-  
presse zu dem stranggepreßten Hohlprofil zugeführt  
wird.

DE 198 32 794 C 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist, sowie eine Strangpresse zur Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist.

Aus der Druckschrift DE 44 16 371 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung langer, poriger Metallschaumkörper bekannt. Gemäß dieses Verfahrens wird ein gepreßter Rohling, der aus dem aufzuschäumenden metallischen Werkstoff und einem Schäummittel besteht, abschnittsweise aufgeschäumt. Der Aufschäumvorgang erfolgt in einer Form mit einer vorderen Eintrittsöffnung und einer hinteren Austrittsöffnung, wobei eine Heiz- und Kühlvorrichtung diese Form umhüllt und relativ zu dieser axial bewegbar ist. Ein Abschnitt des Rohlings wird in axialer Richtung in die vordere Eintrittsöffnung der Form eingeführt und durch den Heizabschnitt der Heiz- und Kühlvorrichtung erwärmt und dadurch aufgeschäumt. Nach dem Aufschäumen wird die Heiz- und Kühlvorrichtung axial verschoben, wobei ein Kühlabschnitt der Heiz- und Kühlvorrichtung den aufgeschäumten Abschnitt kühlt und der Heizabschnitt den als nächstes aufzuschäumenden Abschnitt des Rohlings vorwärmt. Nach Beendigung des Abkühlens bzw. Vorwärmens wird der Rohling relativ zur Form axial verschoben, so daß der aufgeschäumte und abgekühlte Abschnitt aus der hinteren Austrittsöffnung der Form austritt und der vorgewärmte Abschnitt in den Aufschäumbereich der Form kommt, wobei die Heiz- und Kühlvorrichtung entsprechend positioniert wird. Diese Verfahrensschritte werden wiederholt, um so einen langen Metallschaumkörper herzustellen. Ein derart hergestellter Metallschaumkörper kann danach in ein Hohlprofil eingeschoben werden, wobei durch eine anschließende Querschnittsreduzierung des Hohlprofils dieses mit dem Metallschaumkörper verbunden wird, um ein Metallschaum gefülltes Hohlprofil zu erhalten.

Aus dem Stand der Technik sind weitere Verfahren zur Herstellung von Metallschaum gefüllten Hohlprofilen bekannt, bei denen ein Rohling, der aus dem aufzuschäumenden metallischen Werkstoff und einem Schäummittel gepreßt ist, in ein beispielsweise stranggepreßtes Hohlprofil eingebracht wird. Danach wird das Hohlprofil gemeinsam mit dem Rohling entsprechend erwärmt, so daß der Rohling aufschäumt und dabei das Hohlprofil ausfüllt. Das dabei verwendete Hohlprofil kann mit einer konventionellen Strangpresse hergestellt werden. Diese Strangpresse weist eine Matrize mit einer Öffnung auf, die im wesentlichen die Außenkontur des Hohlprofils bestimmt. In der Öffnung der Matrize ist ein massiver Dorn angeordnet, so daß zwischen der Oberfläche des Dorns und der Öffnung der Matrize ein im wesentlichen umlaufender Spalt definiert ist. Dabei bestimmt die Oberfläche des Dorns die Innenkontur des Hohlprofils, so daß der Spalt zwischen Dorn und Matrize den Querschnitt des Hohlprofils bestimmt. Zur Zuführung des Werkstoffs, aus dem das Hohlprofil gebildet ist, sind zu dem Spalt führende Zuführkanäle angeordnet, wobei der Werkstoff unter Druck durch den Spalt gepreßt wird, um das Hohlprofil in nahezu in beliebiger Länge herzustellen.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist, sowie eine Strangpresse zur Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist, anzugeben, wobei eine einfache und kostengünstige Herstellung eines mit Metallschaum gefüllten Hohlprofils ermöglicht wird.

Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 oder die Merkmale des Anspruchs 19 gelöst.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen dargelegt.

Weiterhin wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch eine Strangpresse zur Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist, mit den Merkmalen des Anspruchs 28 gelöst.

Bevorzugte Weiterbildungen des Erfindungsgegenstands sind in den Unteransprüchen dargelegt.

Dadurch wird es auf vorteilhafte Weise möglich, ein Metallschaum gefülltes Hohlprofil durch einen integrierten Herstellungsprozeß in nahezu beliebiger Länge herzustellen.

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den dazugehörigen Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen:

Fig. 1a einen schematischen Längsschnitt der Strangpreßwerkzeugeinheit gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 1b einen schematischen Querschnitt der Strangpreßwerkzeugeinheit gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Strangpreßwerkzeugeinheit ähnlich Fig. 1 eines zweiten Ausführungsbeispiels,

Fig. 3 eine schematische Längsschnittdarstellung der Strangpreßwerkzeugeinheit gemäß eines dritten Ausführungsbeispiels,

Fig. 4a-4d die schematische Darstellung von Hohlprofilen, die in unterschiedlicher Weise mit Metallschaum gefüllt sind,

Fig. 5 die schematische Darstellung eines vierten Ausführungsbeispiels und

Fig. 6 die schematische Darstellung eines fünften Ausführungsbeispiels.

Wie in Fig. 1a gezeigt, weist eine Strangpresse gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ein Strangpreßwerkzeug 1 mit einer Matrize 2 und einem Dorn 3 auf. Der Dorn 3 wird durch Stege 6 in dem Strangpreßwerkzeug 1 gehalten. Der Dorn 3 erstreckt sich axial von der Matrize 2 ausgehend in das Strangpreßwerkzeug 1 und ist von einem oder mehreren Zuführkanälen 5 umgeben. Diese Zuführkanäle 5 sind im wesentlichen parallel zu dem Dorn 3 ausgebildet und dienen der Zuführung von Hüllwerkstoff 9, aus denen das Hohlprofil durch Strangpressen gebildet wird. Zwischen dem Dorn 3 und der Matrize 4 ist ein Spalt 10 ausgebildet, dessen Querschnittsfläche die Außenkontur bzw. die Innenkontur des erzeugten Hohlprofils 8 bestimmt.

Der Dorn 3 ist innen hohl ausgebildet, so daß dieser einen ersten Zuführkanal oder Schaumkanal 4 aufweist. Dieser Schaumkanal 4 erstreckt sich im wesentlichen axial in dem Dorn 3 und weist eine Öffnung auf, die in das Innere des Hohlprofils gerichtet ist, das die Matrize verlassen hat. Der Schaumkanal 4 dient zur Zuführung von Metallschaum 7, der aus einem Schaumwerkstoff gebildet ist, durch das Innere des Dorns 3 in das Hohlprofil 8, um dieses auszuschaäumen. Um den Metallschaum 7 dem axial erstreckenden Teil des Schaumkanals 4 zuzuführen, ist ein im wesentlichen radial erstreckender Teil des Schaumkanals 4 in einem der Stege 6 vorgesehen, wie dies in der Querschnittsdarstellung der Fig. 1b gezeigt ist. Sollte die Zufuhrkapazität für den Metallschaum 7 durch den radial erstreckenden Teil des Schaumkanals 4 durch einen Steg 6 nicht ausreichen, so können entsprechende radial erstreckende Teile des Zuführkanals oder Schaumkanals 4 in einem oder mehreren weiteren Stegen angeordnet werden, um die Menge des zugeführten Metallschaums zu erhöhen.

Sollte der Weg, den der Metallschaum 7 im Werkzeug 1 zurücklegen muß, zu lang sein, so daß der Metallschaum 7 vor Erreichen des Hohlprofils 8 erstarrt oder eine Temperaturregulation des Metallschaums nötig oder erwünscht sein,

dann kann vorzugsweise eine Heizvorrichtung (nicht gezeigt) im Bereich des Schaumkanals 4 vorgesehen sein, um den Schaumkanal 4 und den darin zugeführten Metallschaum zu beheizen.

Wie in Fig. 1a, 1b gezeigt, wird das Hohlprofil 8 in üblicher Weise durch die Matrize 2 und den Dorn 3 hergestellt, wobei der Hüllwerkstoff 9 durch den Spalt 10 zwischen der Matrize 2 und dem Dorn 3 gepreßt wird. Gleichzeitig wird durch den Dorn 3 Metallschaum 7 zugeführt, der in das Hohlprofil 8 tritt, nachdem dieses die Matrize verlassen hat. Vorzugsweise ist die Zuführung des Metallschaums 7 durch den Dorn 3 steuerbar, so daß neben dem Hohlprofil 8, das gleichmäßig und stetig mit Metallschaum gefüllt ist, wie dies in Fig. 1a gezeigt ist, auch Hohlprofile herstellbar sind, wie dies beispielhaft in den Fig. 4a bis 4d gezeigt ist. Die Steuerung der Zuführung des Metallschaums 7 erfolgt durch eine Steuereinrichtung (nicht gezeigt), die in der Strangpresse vorgesehen ist. So läßt sich, wie in Fig. 4a gezeigt, in einfacher Weise ein Hohlprofil 8 herstellen, das abschnittsweise mit Metallschaum 7 gefüllt ist, in dem die Zuführung des Metallschaums 7 unterbrochen wird, wobei die Herstellung des Hohlprofils 8 fortgesetzt wird. Weiterhin läßt sich ein Hohlprofil 8 herstellen, das teilweise oder einseitig mit Metallschaum 7 gefüllt ist, wie dies in Fig. 4b gezeigt ist. Dies erfolgt durch entsprechende Steuerung der Metallschaummenge und/oder Einrichtungen, die den Metallschaum 7 auf eine Seite des Hohlprofils 8 führen.

Gemäß einer Kombination der Herstellungsverfahren zur Herstellung der Hohlprofile, die in den Fig. 4a und 4b gezeigt sind, läßt sich in entsprechender Weise auch ein Hohlprofil 8, das einseitig und abschnittsweise mit Metallschaum 7 gefüllt, wie dies in Fig. 4c gezeigt ist, herstellen.

Weiterhin läßt sich durch entsprechende Steuerung der Zuführung des Metallschaums 7 und/oder Steuerung des Aufschäumvorganges des Schaumwerkstoffes beispielsweise die Dichte des Metallschaums verändern, so daß ein Hohlprofil 8 herstellbar ist, das mit Metallschaum unterschiedlicher Dichte gefüllt ist, wie dies in Fig. 4d gezeigt ist.

Bei dem Verfahren zur Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist, erfolgt die Herstellung durch Pressen des Hohlprofils 8 mit der Strangpresse, die das Strangpreßwerkzeug 1 mit einer Matrize 2 und einem Dorn 3 aufweist, und dem im wesentlichen gleichzeitigen Zuführen des Metallschaums durch den Zufuhrkanal 4, der in dem Dorn 3 ausgebildet ist, zu dem Hohlprofil 8. Vorzugsweise wird dieser Zufuhrkanal 4 beheizt.

In einer Variante des in Fig. 1a, 1b gezeigten Ausführungsbeispiels wird eine Metallschmelze durch den Zufuhrkanal 4 zugeführt. Diese Metallschmelze wird dann in dem Zufuhrkanal 4 aufgeschäumt, um so den Metallschaum 7 zu bilden, der dem Hohlprofil 8 zugeführt wird. Dabei erfolgt das Aufschäumen der Metallschmelze durch Zugabe eines Schäummittels. Vorzugsweise wird das Aufschäumen der Metallschmelze durch Einblasen eines Gases oder eines Gasgemisches in die Metallschmelze erreicht. Dazu kann eine entsprechende, nicht gezeigte Einblasvorrichtung vorgesehen sein. Auch bei dieser Variante der ersten Ausführungsform lassen sich entsprechend Hohlprofile, wie sie in den Fig. 4a bis 4d gezeigt sind, herstellen.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel, das ähnlich dem ersten Ausführungsbeispiel ist, wobei für gleiche oder ähnliche Teile dieselben Bezugszeichen verwendet werden. Mit Bezug auf Fig. 2 werden lediglich die unterschiedlichen Merkmale zwischen dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel beschrieben. Die nicht beschriebenen Merkmale entsprechen denen des ersten Ausführungsbeispiels.

Wie in Fig. 2 gezeigt, sind die Zufuhrkanäle 5 zur Zuführung des Hüllwerkstoffes zu der Matrize schräg, d. h. unter

einem Winkel, bezüglich des Zufuhr- oder Schaumkanals 4, der in dem Dorn 3 ausgebildet ist, angeordnet. Dadurch ergibt sich eine konische Ausbildung des Teils des Dorns 3, der sich in dem Strangpreßwerkzeug 1 erstreckt. Durch diese Gestaltung ist es möglich, die Querschnittsfläche des Schaumkanals in dem Strangpreßwerkzeug 1 zu erhöhen und somit die Zufuhrkapazität des Metallschaums 7 entscheidend zu verbessern. Weiterhin kann durch diese spezielle Gestaltung des zweiten Ausführungsbeispiels der nötige Raum zur Ausbildung eines radialen Abschnitts des Zufuhrkanals 4 (wie in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben) mit erhöhter Kapazität zur Verfügung gestellt werden, sowie der Raum für die Anordnung der Heizvorrichtung (nicht gezeigt) zur Beheizung des Zufuhrkanals 4 zur Verfügung gestellt werden.

Fig. 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Strangpresse zur Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist. Auch in diesem Ausführungsbeispiel sind gleiche bzw. ähnliche Teile, wie in dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel, mit gleichen Bezugszeichen versehen, und es werden nur die Unterschiede zwischen dem dritten und dem ersten sowie zweiten Ausführungsbeispiel beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel bewegt sich der Dorn 3 mit dem Preßzylinder (nicht gezeigt). Das Werkzeug 1 weist keine Stege auf, und dadurch wird das Hüllmaterial auch nicht in verschiedene Materialströme aufgeteilt. Dieser Dorn weist ebenfalls einen Schaumkanal 4 auf zur Zuführung von Metallschaum 7 in das Hohlprofil 8, wobei das Ausschäumen des Hohlprofils in ähnlicher Weise wie bei dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel erfolgt.

Fig. 5 zeigt eine Strangpresse zur Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist, gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel, die in ähnlicher Weise wie die vorgenannten ersten bis dritten Ausführungsbeispiele ausgebildet ist. Daher werden nur die Unterschiede zwischen dem vierten Ausführungsbeispiel und den ersten bis dritten Ausführungsbeispielen beschrieben.

In der Strangpresse gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel ist ein Vorratsbehälter 11 vorgesehen, der als Druckraum ausgebildet ist. Dieser Druckraum oder Vorratsbehälter 11 dient zur Aufnahme einer Metallschmelze 7a, die bereits ein Schäummittel enthält. Der Druck auf die Metallschmelze 7a ist derart eingestellt, daß ein Aufschäumen der Metallschmelze 7a unterbunden wird. Der Druck auf die Metallschmelze 7a wird durch eine Druckbeaufschlagungseinrichtung (nicht gezeigt), wie beispielsweise einen Kompressor, erzeugt. Der Vorratsbehälter ist über ein Ventil 12 und einer Druckleitung 13 mit dem Zufuhrkanal (nicht gezeigt) der Strangpresse gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel verbunden. Dabei ist der Zufuhrkanal ebenfalls als Druckraum ausgebildet, so daß unter Druck stehende Metallschmelze 7a durch den Zufuhrkanal zugeführt wird. Daher befindet sich bei diesem Ausführungsbeispiel kein Metallschaum in dem Zufuhrkanal.

Der als Druckraum ausgebildete Zufuhrkanal weist eine nicht näher gezeigte Einspritzvorrichtung auf, die in das Innere des Hohlprofils 8 gerichtet ist, das aus der Matrize, die vergleichbar mit der Matrizen der ersten bis dritten Ausführungsform und daher nicht näher gezeigt ist, austritt. Diese Einspritzvorrichtung dient der Einspritzung der Metallschmelze 7a, die ein Schäummittel enthält und unter erhöhtem Druck ist, in das Hohlprofil 8. Durch das Einspritzen der Metallschmelze 7a in das Hohlprofil 8 fällt der Druck ab, so daß die Metallschmelze 7a durch das Schäummittel aufschäumen kann. Dadurch wird der Metallschaum 7, der zum Füllen des Hohlprofils 8 vorgesehen ist, während des Einspritzvorgangs gebildet.

Bei der Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist, wird gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel ein Hohlprofil 8 aus einem Hüllwerkstoff mit einer Strangpresse, die ein Strangpreßwerkzeug mit einer Matrize und einem Dorn aufweist, gepreßt. Danach wird Metallschmelze 7a aus einem Schaumwerkstoff in das Hohlprofil durch den Dorn des Strangpreßwerkzeugs eingespritzt, wobei die Metallschmelze 7a in dem Hohlprofil 8 aufschäumt. In bevorzugter Weise wird die Metallschmelze unter Druck gesetzt, um ein vorzeitiges Aufschäumen zu verhindern.

Das Ventil 12 ist mit einer nicht näher gezeigten Steuerungseinrichtung verbunden und dient zur Steuerung der Zuführung der Metallschmelze 7a. Bei der Vorrichtung sowie dem Verfahren gemäß der vierten Ausführungsform wird die Metallschmelze durch Schmelzen eines Schaumwerkstoffs gebildet, wobei der Schaumwerkstoff das Schäummittel bereits vor dem Schmelzen enthalten kann, oder dieses wird nach dem Schmelzen dem Schaumwerkstoff zugesetzt. Weiterhin kann der Vorratsbehälter 11 sowie die Druckleitung 13 und/oder der Zufuhrkanal eine nicht gezeigte Heizvorrichtung aufweisen, um die Metallschmelze zu erwärmen bzw. die Metallschmelze auf einer vorgegebenen Temperatur zu halten.

Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung einer fünften Ausführungsform der Strangpresse. Die Strangpresse gemäß der fünften Ausführungsform weist die Merkmale von zumindest einer der ersten bis vierten Ausführungsform bzw. der Kombination der vorgenannten Ausführungsformen auf. In Verbindung mit Fig. 6 werden nur die Unterschiede bzw. Ergänzungen der fünften Ausführungsform gegenüber den vorgenannten Ausführungsformen näher erläutert und beschrieben. Gleiche oder ähnliche Teile wie die in den erstgenannten Ausführungsformen sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Strangpresse gemäß der fünften Ausführungsform weist eine Reckeinrichtung auf, um das mit Metallschaum gefüllte Hohlprofil durch einen Reckvorgang zu verfestigen. Wie in Fig. 6 gezeigt, weist die Strangpresse gemäß der fünften Ausführungsform ein Strangpreßwerkzeug 1 auf. Aus dem Strangpreßwerkzeug 1 tritt das Hohlprofil 8, das mit Metallschaum 7 gefüllt ist, aus und wird von einer ersten Transporteinrichtung 14 aufgenommen und weitertransportiert. Gemäß dieser Ausführungsform weist die erste Transporteinrichtung 14 zwei Rollen oder Walzen auf, die an gegenüberliegenden Seiten an der Außenfläche des Hohlprofils 8 vorgesehen sind. Die Mantelfläche dieser Walzen ist dabei jeweils in Kontakt mit der Außenfläche des Hohlprofils 8. Von der ersten Transporteinrichtung 14 in Produktionsrichtung beabstandet ist eine zweite Transporteinrichtung 15 vorgesehen, die ähnlich der ersten Transporteinrichtung 14 aufgebaut ist. Gemäß der gezeigten Ausführungsform wird die Reckeinrichtung in wesentlichen durch die erste und zweite Transporteinrichtung gebildet. Die Rollen der ersten und zweiten Transporteinrichtung 14, 15 sind drehbar und antreibbar gelagert, wobei die gegenüberliegenden Rollen der jeweiligen Transporteinrichtung gegenläufig drehbar sind.

Nachdem das Hohlprofil 8, das mit Metallschaum 7 gefüllt ist, das Strangpreßwerkzeug 1 verlassen hat, wird dieses durch die drehbaren Rollen der ersten Transporteinrichtung 14 aufgenommen und weitertransportiert. Dabei entspricht die Drehzahl der Rollen der ersten Transporteinrichtung 14 im wesentlichen der Transportgeschwindigkeit des austretenden Hohlprofils 8. Im Bereich der ersten Transporteinrichtung 14 weist der Hüllstoff des Hohlprofils 8 eine Temperatur auf, die für die Aufnahme des Hohlprofils 8 in der ersten Transporteinrichtung 14 geeignet ist, wobei der Metallschaum 7 in dem Hohlprofil 8 eine Temperatur auf-

weist, bei dem dieser in einem weichen formbaren Zustand ist.

Nach dem Verlassen der ersten Transporteinrichtung 14 wird das Hohlprofil 8 von der zweiten Transporteinrichtung 15, wie dies in Fig. 6 gezeigt ist, aufgenommen. In diesem Bereich weist das Hohlprofil 8, das mit Metallschaum gefüllt ist, eine Temperatur auf, die ein Recken des Hohlprofils 8 ermöglicht, um die Festigkeitseigenschaften des Hohlprofils 8 entsprechend zu verändern.

In bevorzugter Weise erfolgt das Recken des Hohlprofils 8 durch die erste und zweite Transporteinrichtung 14, 15, wobei die zweite Transporteinrichtung 15 eine höhere Transportgeschwindigkeit als die erste Transporteinrichtung 14 aufweist, so daß das Hohlprofil 8 gestreckt wird. Durch die entsprechende plastische Verformung des Hohlprofils tritt eine Verfestigung desselben ein. In bevorzugter Weise kann die erste Transporteinrichtung 14 auch sogenannte Bremswalzen aufweisen, die in ihrer Transportgeschwindigkeit mit dem vorhergehenden Strangpreßprozeß abgestimmt sind, wobei die erste Transporteinrichtung 14 das Hohlprofil festhält.

Durch den weichen, formbaren Zustand des Metallschaums 7 während des Reckvorgangs haftet dieser weiterhin an der Innenfläche des Hohlprofils 8 und paßt sich der entsprechenden Längenänderung des Hohlprofils 8 an. Zur Steuerung der Temperaturen des Hohlprofils 8 und des Metallschaums 7 ist eine entsprechende thermische Prozeßführung des Strangpreßvorgangs vorgesehen. Diese Prozeßführung erfolgt durch eine Temperatursteuereinrichtung (nicht gezeigt) mit entsprechenden Heiz- und Kühleinrichtungen (nicht gezeigt). In bevorzugter Weise wird ein Aluminiumprofil, das das Strangpreßwerkzeug 1 verläßt und mit Metallschaum 7 gefüllt ist, durch die Reckeinrichtung um ca. 4% gestreckt. Alternativ dazu kann für Aluminiumprofile auch ein anderer Reckbetrag als die genannten 4% gewählt werden. Der Reckbetrag wird beispielsweise in Abhängigkeit des verwendeten Materials und der gewünschten Eigenschaften des metallschaumgefüllten Hohlprofils in geeigneter Weise festgelegt.

Durch eine entsprechende Steuereinrichtung (nicht gezeigt) sind die erste und zweite Transporteinrichtung 14, 15 derart steuerbar, daß ein abschnittsweises Recken des Hohlprofils 8 möglich ist, um die Eigenschaften des Hohlprofils 8 entsprechend festzulegen.

Alternativ zu der in Fig. 6 gezeigten Reckeinrichtung mit der ersten und zweiten Transporteinrichtung 14, 15, die jeweils zwei Transportrollen aufweisen, können zum Recken des Hohlprofils auch Transporteinrichtungen mit mehr als zwei Transportrollen verwendet werden. Weiterhin kann alternativ zu den gezeigten Transporteinrichtungen eine Reckeinrichtung mit mitlaufenden Klemmeinrichtungen (Klemmbacken) verwendet werden, deren Bewegung entsprechend des gewünschten Reckbetrags gesteuert wird. Eine Kombination aus Rollentransporteinrichtung und mitlaufenden Klemmbacken ist ebenso denkbar. Durch eine entsprechende Steuerung läßt sich auch bei diesen alternativ verwendbaren Reckeinrichtungen ein abschnittsweises Recken des metallschaum gefüllten Hohlprofils erreichen.

Somit weist das Verfahren zur Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist, in bevorzugter Weise das Recken des Hohlprofils 8, nachdem das Hohlprofil 8 das Strangpreßwerkzeug 1 verlassen hat, auf, wobei der Metallschaum 7 in dem Hohlprofil 8 in einem weichen, formbaren Zustand ist. Weiterhin zeigt das Verfahren in bevorzugter Weise das Kühlen des Hohlprofils 8 auf eine Temperatur, die das Recken ermöglicht, wobei der Metallschaum 7 eine Temperatur aufweist, bei der der Metallschaum 7 sich an die Längenänderung des Hohlprofils 8 anpassen kann, so daß

eine Haftung zwischen dem Metallschaum 7 und einer Innenseite des Hohlprofils 8 während und nach dem Recken erhalten bleibt.

Die Strangpresse zur Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist, gemäß der 5. Ausführungsform, weist in bevorzugter Weise eine Reckeinrichtung zum Recken des Hohlprofils 8 nach dem Verlassen des Strangpreßwerkzeugs 1 auf.

Diese Reckeinrichtung weist in bevorzugter Weise eine Kühleinrichtung auf, um das Hohlprofil 8 auf eine Temperatur zu bringen, die das Recken ermöglicht, wobei der Metallschaum 7 in dem Hohlprofil 8 einen weichen, formbaren Zustand aufweist. Die Reckeinrichtung der Strangpresse gemäß der fünften Ausführungsform weist eine erste Transporteinrichtung 14 zum Transportieren des Hohlprofils 8 mit einer ersten Transportgeschwindigkeit und eine zweite Transporteinrichtung 15 zum Transportieren des Hohlprofils 8 mit einer zweiten Transportgeschwindigkeit auf, wobei die zweite Transportgeschwindigkeit größer als die erste Transportgeschwindigkeit ist, um durch diesen Transportgeschwindigkeitsunterschied das Hohlprofil 8 zu strecken.

Wie bereits in Verbindung mit der ersten bis vierten Ausführungsform erläutert, weist die Strangpresse in bevorzugter Weise entsprechende Steuereinrichtungen und Führungseinrichtungen auf, beispielsweise zur Herstellung von Hohlprofilen, die mit Metallschaum gefüllt sind, wie sie in den Fig. 4a bis 4d gezeigt sind.

Wie in dem ersten bis fünften Ausführungsbeispiel erläutert, lassen sich Hohlprofile, die mit Metallschaum gefüllt sind, in einfacher und kostengünstiger Weise herstellen. Vorzugsweise lassen sich Hohlprofile, die abschnittsweise und/oder einseitig mit Metallschaum gefüllt sind, sowie mit Metallschaum unterschiedlicher Dichte gefüllt sind, herstellen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist, mit den Schritten:  
Pressen des Hohlprofils (8) aus einem Hüllwerkstoff mit einer Strangpresse, die ein Strangpreßwerkzeug (1) mit einer Matrize (2) und einen Dorn (3) aufweist, Zuführen des Metallschaums (7) aus einem Schaumwerkstoff durch einen Zufuhrkanal (4) zu dem Hohlprofil (8), der in dem Dorn (3) ausgebildet ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Beheizen des Zufuhrkanals (4).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch Zuführen einer Metallschmelze, Aufschäumen der Metallschmelze zur Bildung des Metallschaums (7) in dem Zufuhrkanal (4).
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufschäumen der Metallschmelze durch Zugabe eines Schäummittels erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufschäumen der Metallschmelze durch Einblasen eines Gases oder eines Gasgemisches erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung des Metallschaums (7) steuerbar ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch Unterbrechen der Zuführung des Metallschaums (7) zur abschnittweisen Ausschäumung des Hohlprofils (8) mit Metallschaum (7).
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, gekennzeichnet durch teilweises oder einseitiges Ausschäumen des

Hohlprofils (8) mit Metallschaum (7).

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, gekennzeichnet durch Variieren der Schaumdichte des Metallschaums (7) während der Zuführung des Metallschaums (7) zu dem Hohlprofil (8) zur Bildung des Hohlprofils, das mit Metallschaum von unterschiedlicher Dichte gefüllt ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Hüllwerkstoff und der Schaumwerkstoff aus einem gleichartigen metallischen Werkstoff sind.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Hüllwerkstoff und der Schaumwerkstoff aus Leichtmetall bestehen.

12. Verfahren nach Anspruch 11 dadurch gekennzeichnet, daß der Hüllwerkstoff und der Schaumwerkstoff aus Aluminium besteht.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Hüllwerkstoff und der Schaumwerkstoff aus unterschiedlichen metallischen Werkstoffen sind.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Hüllwerkstoff Stahl ist und der Schaumwerkstoff Titan ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, gekennzeichnet durch Recken des Hohlprofils (8), nachdem das Hohlprofil (8) das Strangpreßwerkzeug (1) verlassen hat, wobei der Metallschaum (7) in dem Hohlprofil (8) in einem weichen, formbaren Zustand ist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch Kühlen des Hohlprofils (8) auf eine Temperatur, die das Recken ermöglicht, wobei der Metallschaum (7) eine Temperatur aufweist, bei der der Metallschaum (7) sich an die Längenänderung des Hohlprofils (8) durch das Recken anpassen kann, so daß eine Haftung zwischen dem Metallschaum (7) und einer Innenseite des Hohlprofils (8) während des Reckens erhalten bleibt.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Längenänderung des Hohlprofils (8) durch das Recken ca. 4% beträgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, gekennzeichnet durch abschnittsweises Recken des Hohlprofils (8).

19. Verfahren zur Herstellung eines Hohlprofils (8), das mit Metallschaum gefüllt ist, mit den Schritten:  
Pressen des Hohlprofils (8) aus einem Hüllwerkstoff mit einer Strangpresse, die ein Strangpreßwerkzeug (1) mit einer Matrize und einem Dorn aufweist, Einspritzen einer Metallschmelze (7a) aus einem Schaumwerkstoff in das Hohlprofil durch den Dorn des Strangpreßwerkzeugs (1), Aufschäumen der Metallschmelze (7a) in dem Hohlprofil (8) zur Bildung des Metallschaums (7a).

20. Verfahren nach Anspruch 19, gekennzeichnet durch Bereitstellen der Metallschmelze (7a) unter einem vorgegebenen Druck in einem Zufuhrkanal, der in dem Dorn ausgebildet ist, wobei durch den Druck ein Aufschäumen der Metallschmelze (7a) verhindert ist.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallschmelze (7a) ein Schäummittel aufweist.

22. Verfahren nach Anspruch 21, gekennzeichnet durch Zuführen des Schäummittels vor dem Schmelzen des Schaumwerkstoffs zur Bildung der Metallschmelze (7a) mit Schäummittel.

23. Verfahren nach Anspruch 19, gekennzeichnet

durch Zuführen des Schäummittels nach dem Schmelzen des Schaumwerkstoffs zur Bildung der Metallschmelze (7a) mit Schäummittel.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23, gekennzeichnet durch Recken des Hohlprofils (8), nachdem das Hohlprofil (8) das Strangpreßwerkzeug (1) verlassen hat, wobei der Metallschaum (7) in dem Hohlprofil (8) in einem weichen, formbaren Zustand ist.

25. Verfahren nach Anspruch 24, gekennzeichnet durch Kühlen des Hohlprofils (8) auf eine Temperatur, die das Recken ermöglicht, wobei der Metallschaum (7) eine Temperatur aufweist, bei der der Metallschaum (7) sich an die Längenänderung des Hohlprofils (8) durch das Recken anpassen kann, so daß eine Haftung zwischen dem Metallschaum (7) und einer Innenseite des Hohlprofils (8) während des Reckens erhalten bleibt.

26. Verfahren nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Längenänderung des Hohlprofils (8) durch das Recken ca. 4% beträgt.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 26, gekennzeichnet durch abschnittsweises Recken des Hohlprofils (8).

28. Strangpresse zur Herstellung eines Hohlprofils, das mit Metallschaum gefüllt ist, insbesondere zur Durchführung der Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 oder 19, mit einem Strangpreßwerkzeug (1), das eine Matrice (2) und einen Dorn (3) zur Herstellung des Hohlprofils aufweist, wobei der Dorn (3) zumindest einen ersten Zufuhrkanal (4) aufweist zur Zuführung eines metallischen Werkstoffs (7, 7a), um das Hohlprofil (8) mit Metallschaum, der aus dem metallischen Werkstoff gebildet ist, zu füllen.

29. Strangpresse nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß das Strangpreßwerkzeug weitere Zufuhrkanäle (5) aufweist, die sich in Richtung auf die Matrice (2) erstrecken, zur Zuführung von Hüllwerkstoff (9), aus dem das Hohlprofil (8) gebildet ist, wobei die weiteren Zufuhrkanäle (5) unter einem Winkel relativ zu dem ersten Zufuhrkanal (4) angeordnet sind.

30. Strangpresse nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Zufuhrkanal (4) zumindest abschnittsweise beheizbar ist.

31. Strangpresse nach einem der Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Zufuhrkanal (4) zur Zuführung des metallischen Werkstoffes in Form einer Metallschmelze (7a) vorgesehen ist.

32. Strangpresse nach Anspruch 30, gekennzeichnet durch eine Schäummittelzufuhreinrichtung zum Zuführen eines Schäummittels zu der Metallschmelze in dem ersten Zufuhrkanal (4).

33. Strangpresse nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Schäummittelzufuhreinrichtung eine Einblaseeinrichtung aufweist zum Einblasen eines Gases oder Gasgemisches in die Metallschmelze in dem ersten Zufuhrkanal (4).

34. Strangpresse nach einem der Ansprüche 28 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Zufuhrkanal (4) sich durch zumindest einen Steg (6), der den Dorn (3) in der Matrice (2) hält, erstreckt.

35. Strangpresse nach einem der Ansprüche 30 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß der Dorn (3) axial bewegbar in dem Strangpreßwerkzeug (1) angeordnet ist.

36. Strangpresse nach einem der Ansprüche 31 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Zufuhrkanal als Druckraum ausgebildet ist, um die Metallschmelze (7a), die ein Schäummittel enthält, unter Druck zu set-

zen, um ein Aufschäumen der Metallschmelze (7a) zu verhindern, wobei das Strangpreßwerkzeug (1) eine Einspritzvorrichtung aufweist, um die unter Druck gesetzte Metallschmelze (7a) unter Druckexpansion durch den Dorn in das Hohlprofil (8) zu spritzen zur Erzeugung des Metallschaums (7) in dem Hohlprofil (8).

37. Strangpresse nach einem der Ansprüche 28 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuereinrichtung zur Steuerung der Zuführung des Metallschaums (7) zu dem Hohlprofil (8) vorgesehen ist.

38. Strangpresse nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung Führungseinrichtungen aufweist, um den Metallschaum (7) auf eine Seite in dem Hohlprofil (8) zu führen.

39. Strangpresse nach einem der Ansprüche 28 bis 38, gekennzeichnet durch eine Reckeinrichtung (14, 15) zum Recken des Hohlprofils (8) nach dem Verlassen des Strangpreßwerkzeugs (1).

40. Strangpresse nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß die Reckeinrichtung eine Kühleinrichtung aufweist, um das Hohlprofil (8) auf eine Temperatur zu bringen, die das Recken ermöglicht, wobei der Metallschaum in dem Hohlprofil (8) einen weichen, formbaren Zustand aufweist.

41. Strangpresse nach Anspruch 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, daß die Reckeinrichtung aufweist: eine erste Transporteinrichtung (14) zum Transportieren des Hohlprofils (8) mit einer ersten Transportgeschwindigkeit, und eine zweite Transporteinrichtung (15) zum Transportieren des Hohlprofils (8) mit einer zweiten Transportgeschwindigkeit, wobei die zweite Transportgeschwindigkeit größer als die erste Transportgeschwindigkeit ist.

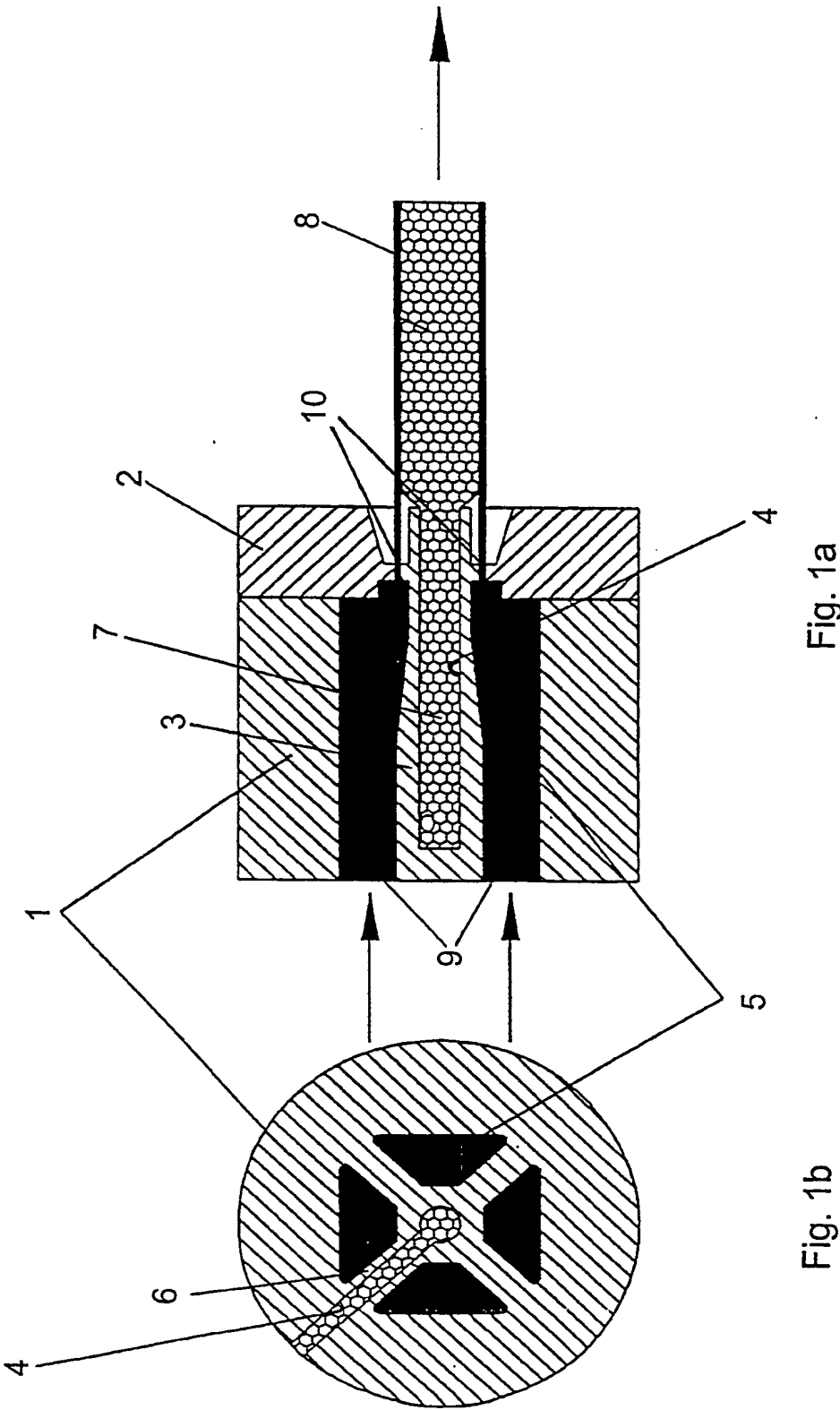
42. Strangpresse nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und/oder die zweite Transporteinrichtung (14, 15) jeweils zumindest zwei antreibbare Rollen aufweist, wobei eine Mantelfläche der jeweiligen Rolle in Kontakt mit einer Außenfläche des Hohlprofils (8) ist.

43. Strangpresse nach einem der Ansprüche 39 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß die Reckeinrichtung (14, 15) eine Steuereinrichtung zum abschnittsweisen Recken des Hohlprofils (8) aufweist.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---



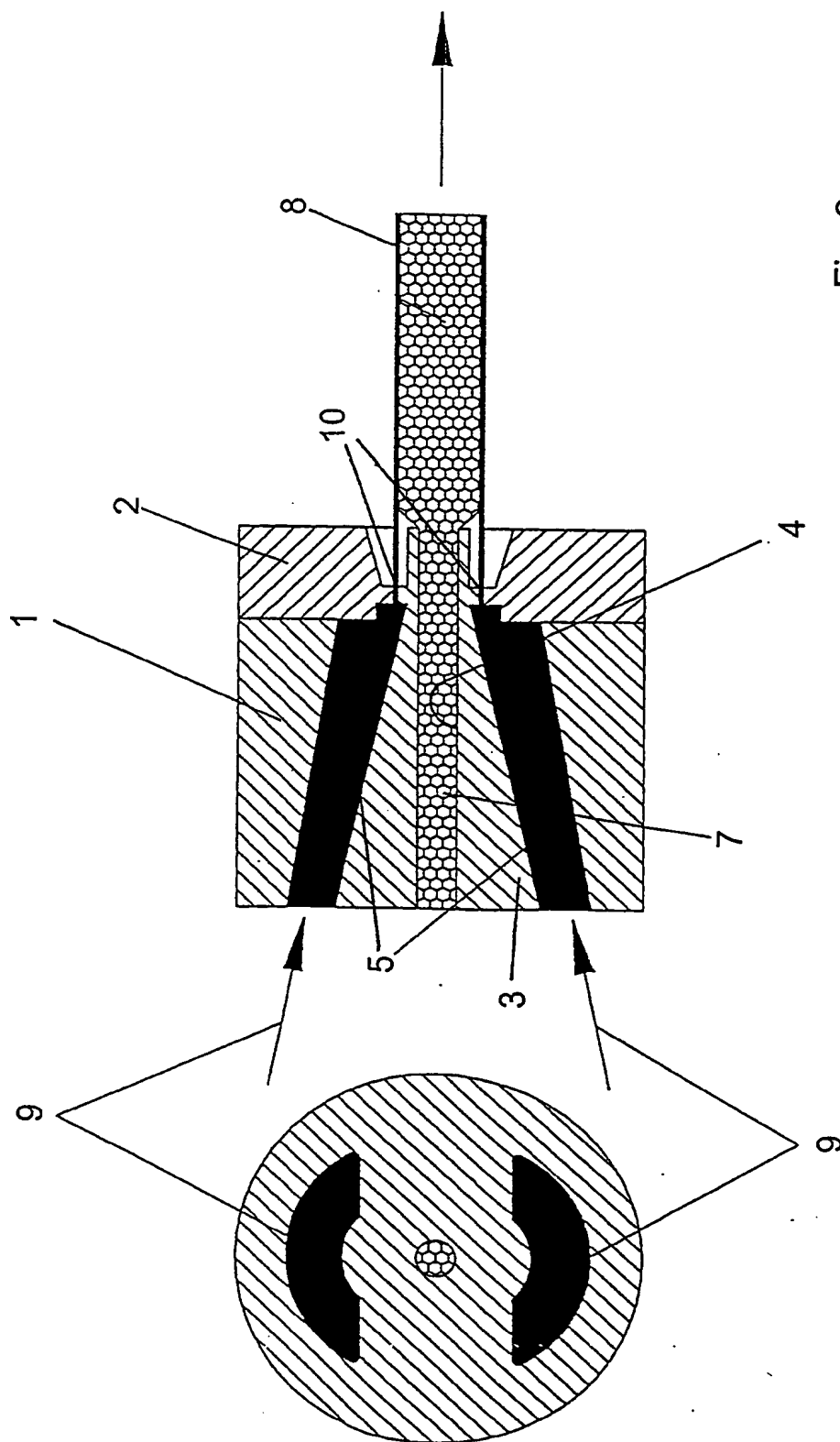


Fig. 2



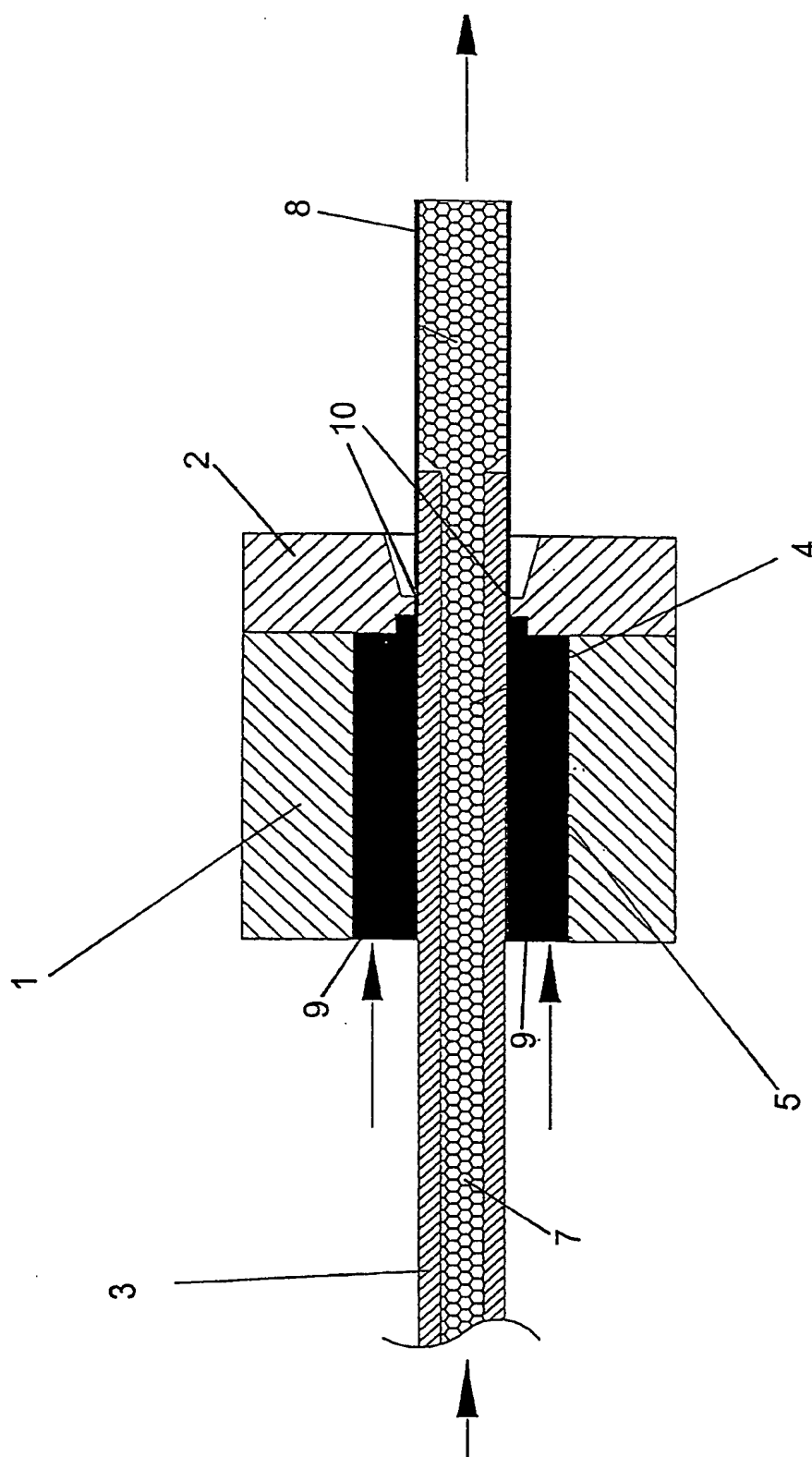


Fig. 3

